

# Fundamentos

## CPS- Comunicação e Processamento de Sinais

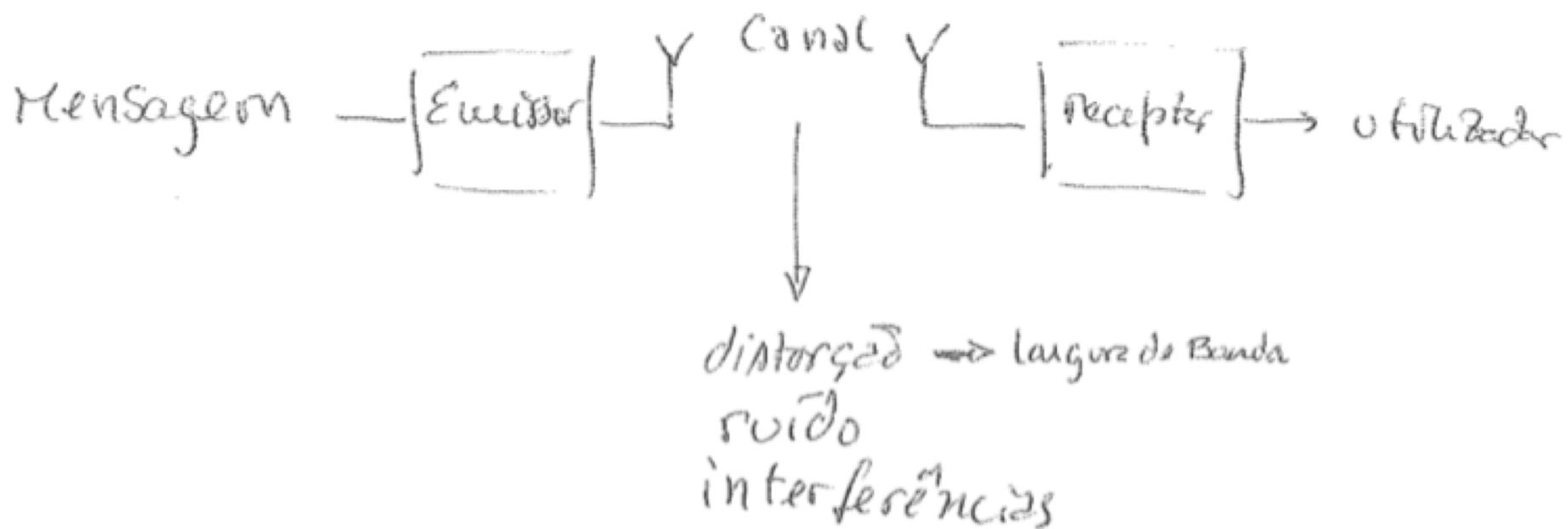


# Sumário

1. Modelo geral da comunicação
2. OSI
3. Comunicação Digital



# 1. Modelo geral da Comunicação



# 1.1 Mensagem

## ■ Mensagem Multimédia

- Voz (1D)
- Música (1D 2 canais)
- Imagem (2D)
- Video (3D)
- (dados)



# 1.2 Canal

## ■ Meios de Comunicação



# 1.2 Canal

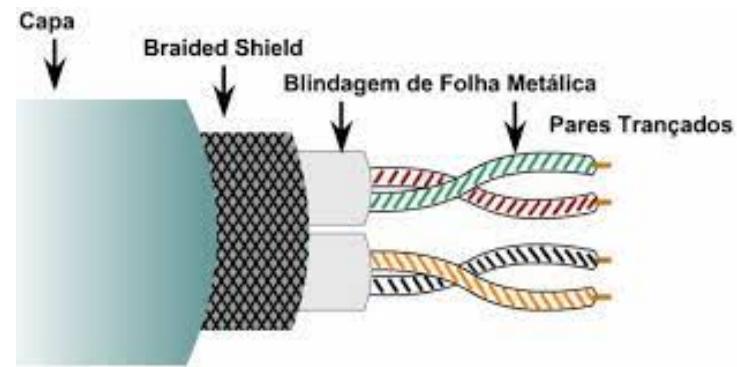
## ■ Meio de Comunicação

### □ Guiado

- Pares de fios
- Cabo (coaxial, ...)
- Fibra Óptica

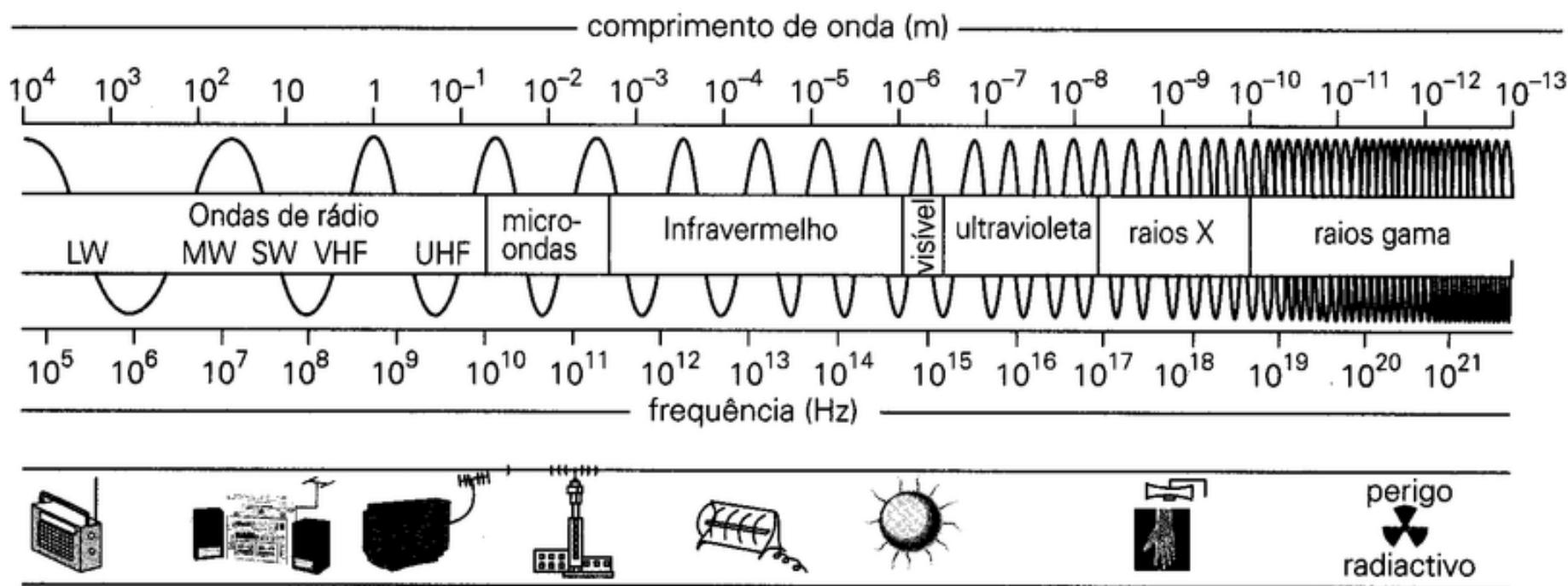
### □ Não Guiado

- Rádio Terrestre
- Satélite



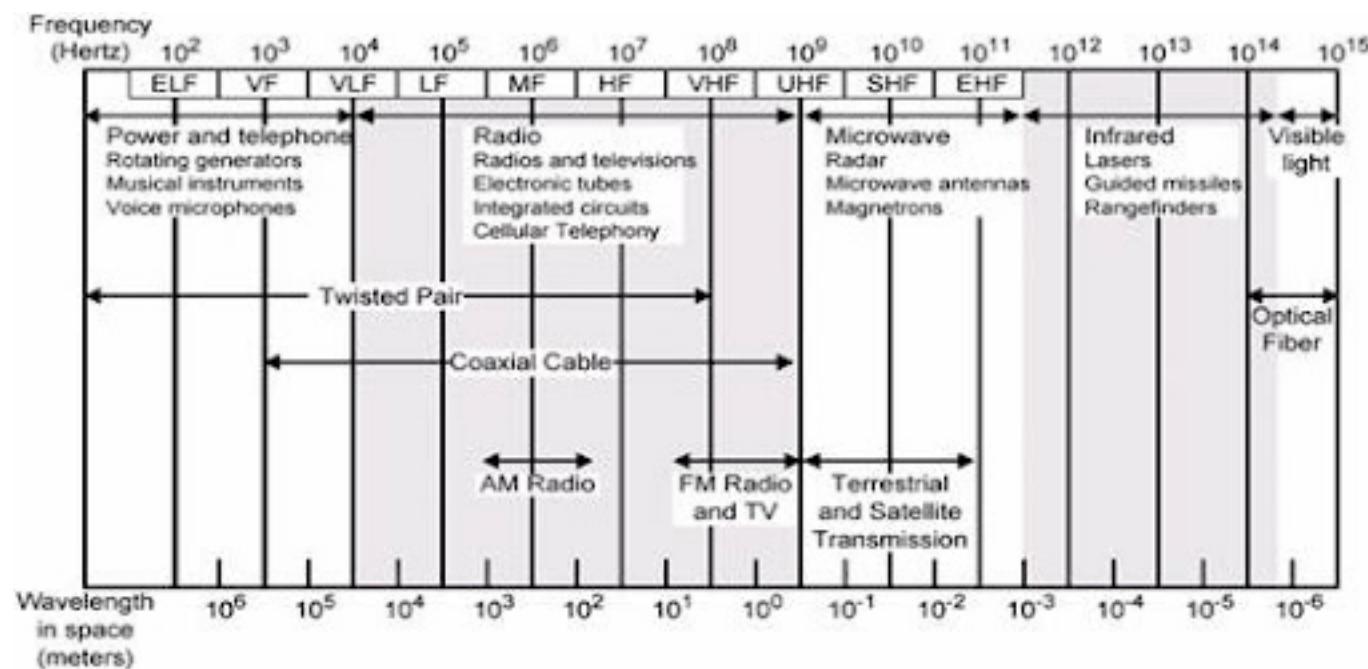
# 1.2 Canal

## ■ Espetro Electromagnético



# 1.2 Canal

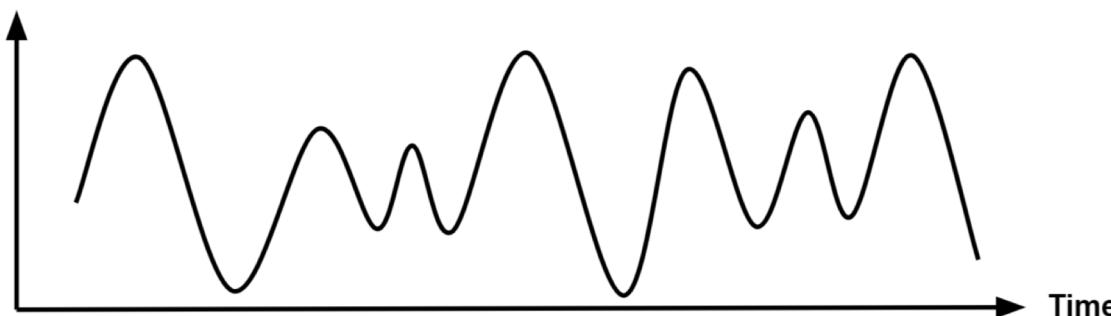
## ■ Espetro Electromagnético



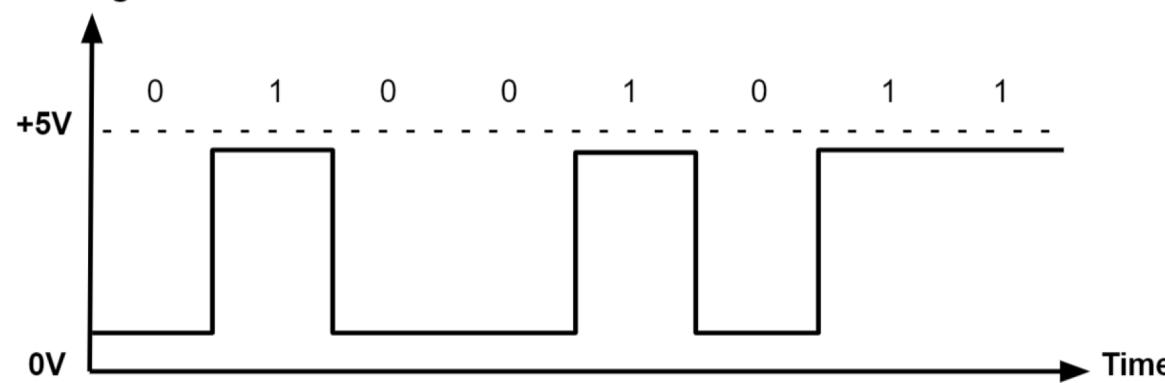
# 1.3 Tipo de Comunicação

## ■ Analógico vs Digital

Amplitude



Voltage



# 1.3 Tipo de Comunicação

## ■ Analógico vs Digital

### □ Digital

- Maior Imunidade ao ruído e distorção
- Possibilidade de uso de repetidores para melhorar a Relação Sinal Ruído, SNR
- Potência Menor



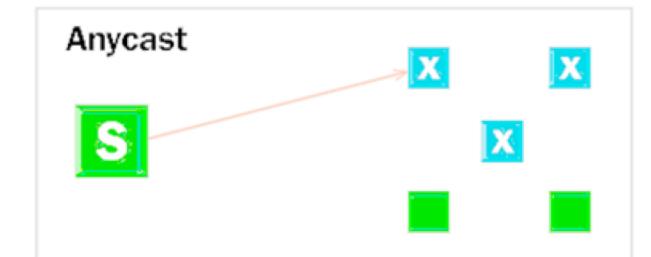
# 1.3 Tipo de Comunicação

## ■ Tipo de Comunicação

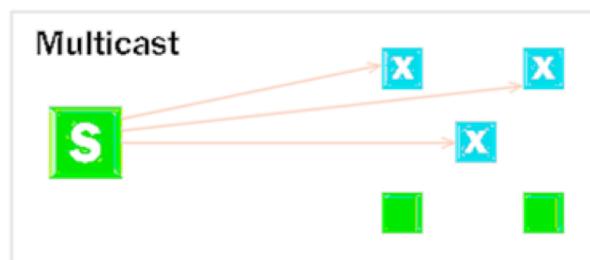
- Ponto a ponto
- Broadcast (difusão)



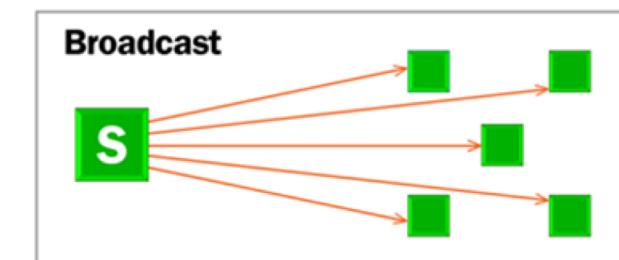
"Um para Um"



Um para o mais próximo de um determinado grupo



"Um para muitos"  
Um grupo específico

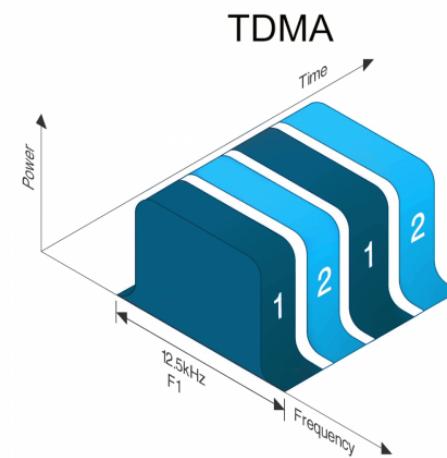
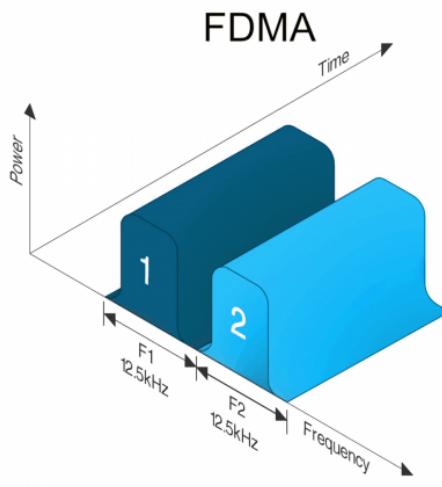


"Um para Todos"



# 1.3 Tipo de Comunicação

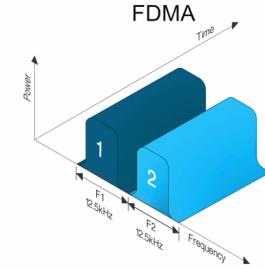
## ■ Modulações FDMA, TDMA, CDMA



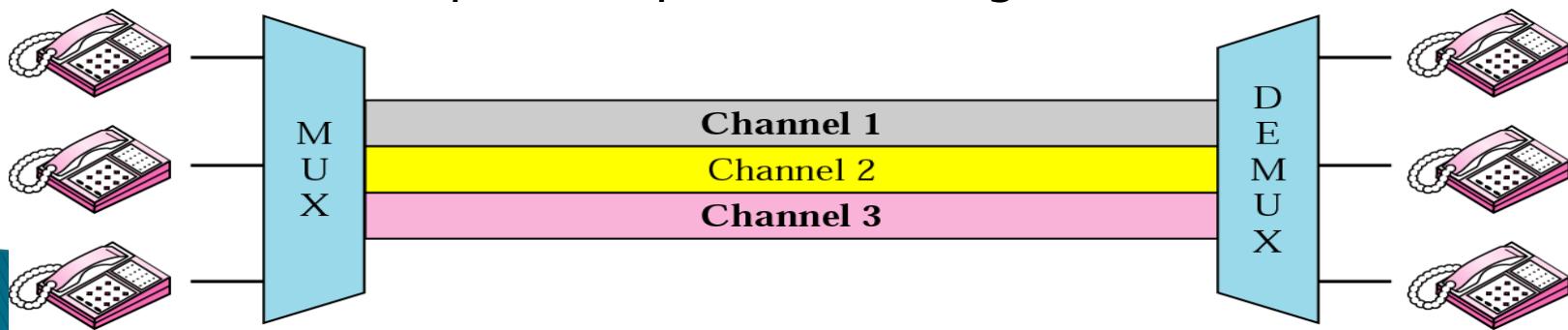
## ■ Modulações (frequências) e localização do emissores

# FDM:

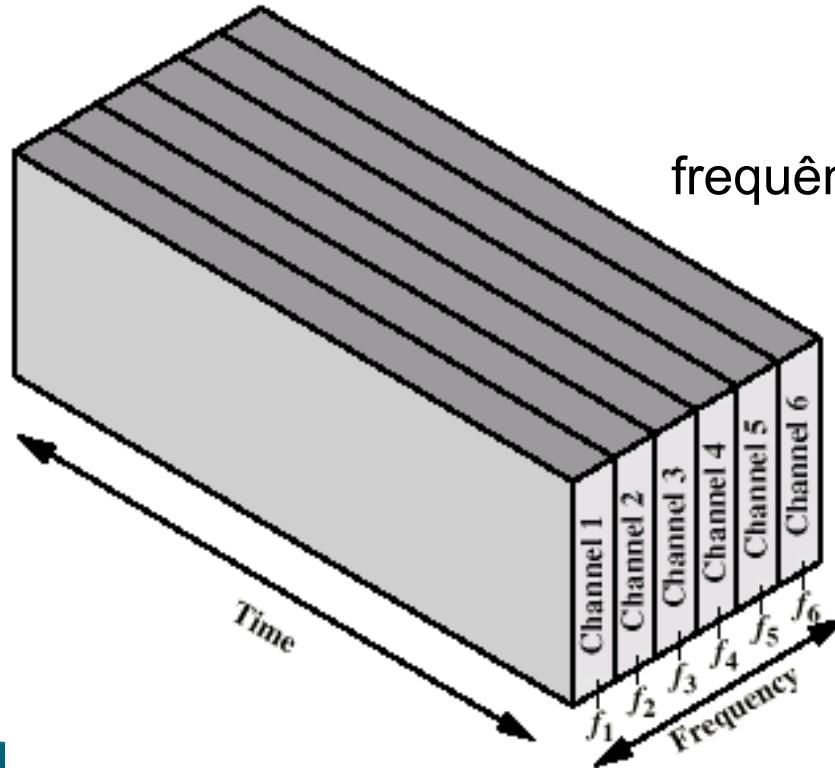
Atribui diferentes frequências analógicas a cada dispositivo ligado



- Velocidade mux-mux- agregação velocidade de terminais
- Não há perdas de dados- transparente ao utilizador
- Canais separados por banda de guarda

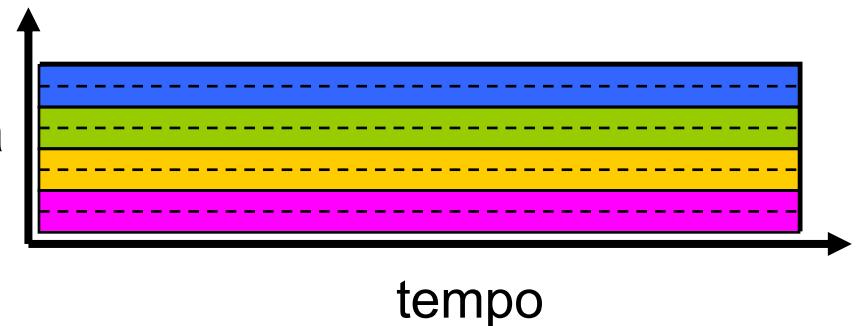


# FDM:



# Exemplo:

4 utilizadores

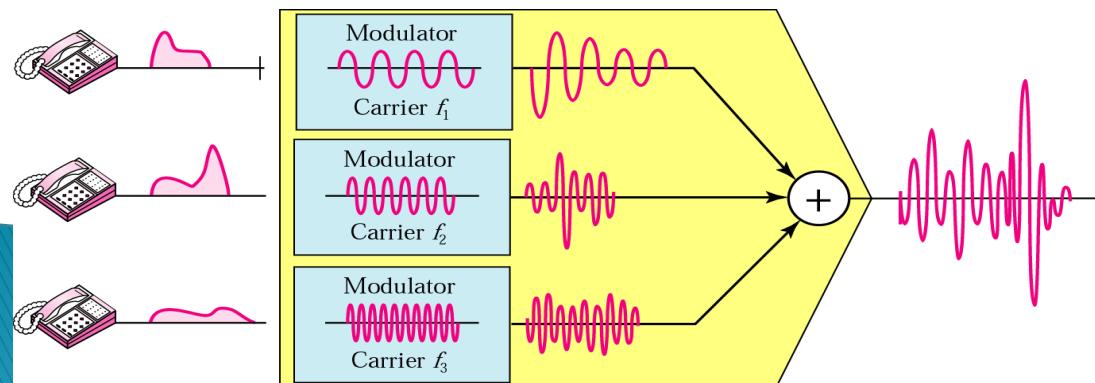


# FDM: Processo de Multiplexagem

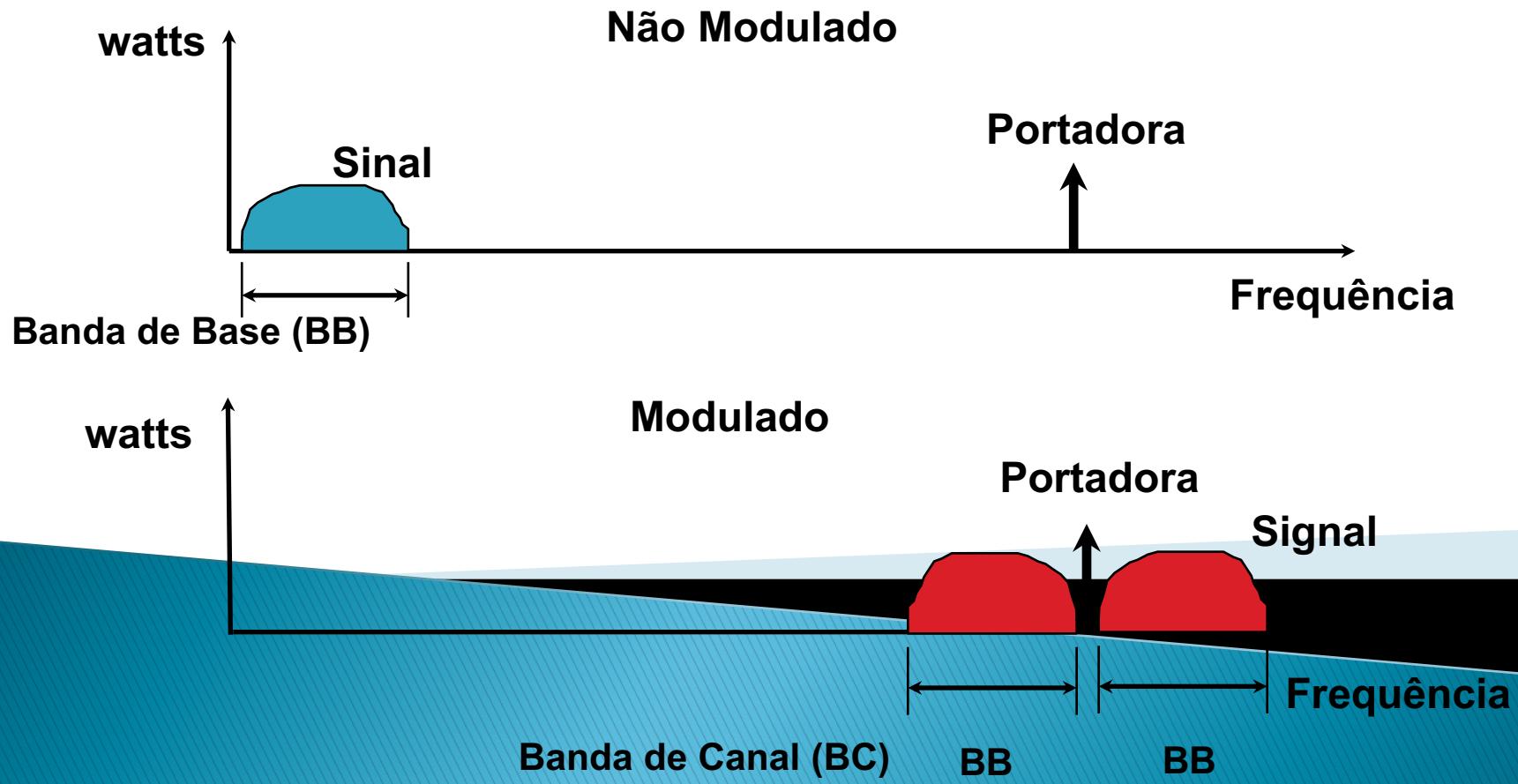
Os sinais de cada canal são modulados usando diferentes portadoras

Os sinais modulados resultados são combinados num sinal composto que é enviado através do canal

O canal tem que ter largura de banda suficiente para o transportar.



# FDM: Domínio da frequência



# Desenvolvimento

## Modulação DSB

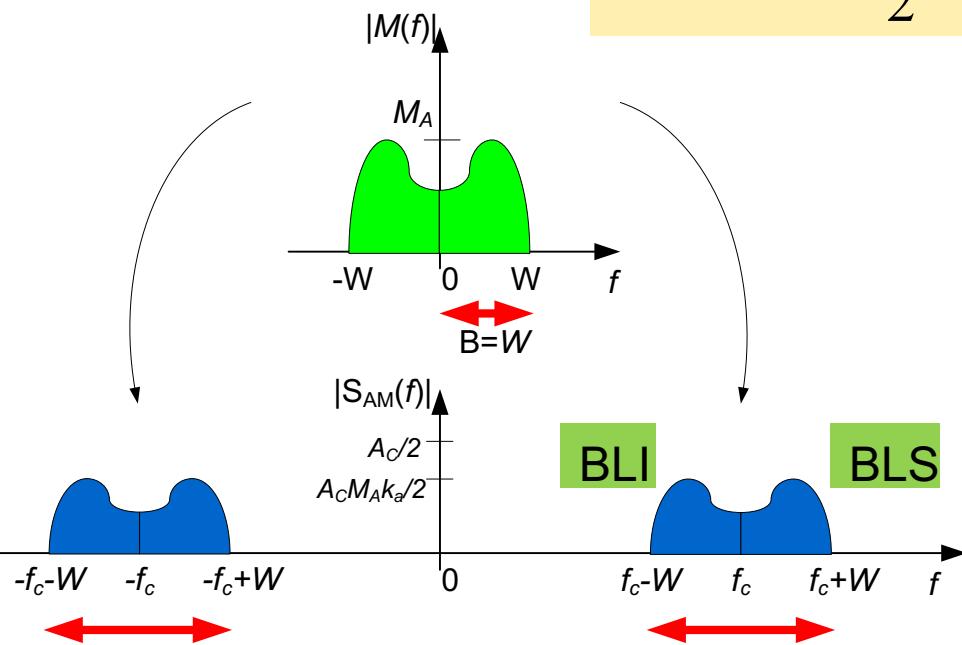
- Modulação c/ sinal modulante de banda limitada

Sinal modulado:  $s_{DSB}(t) = A_c m(t) \cos 2\pi f_c t$

# Desenvolvimento

## Modulação DSB

$$S_{DSB}(f) = \frac{A_c k_a}{2} M(f - f_c) + \frac{A_c k_a}{2} M(f + f_c)$$

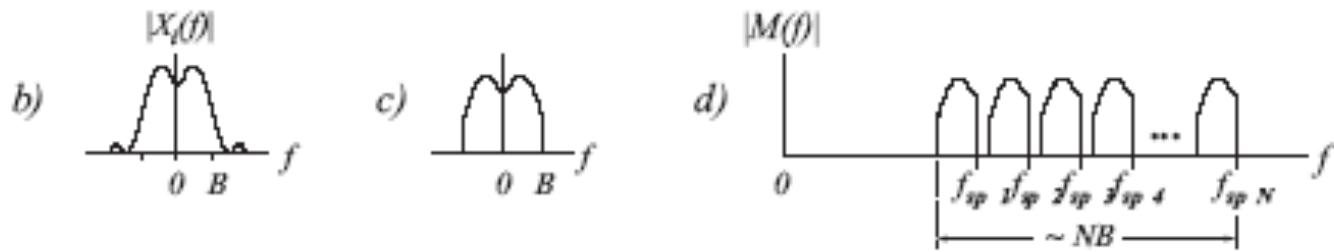
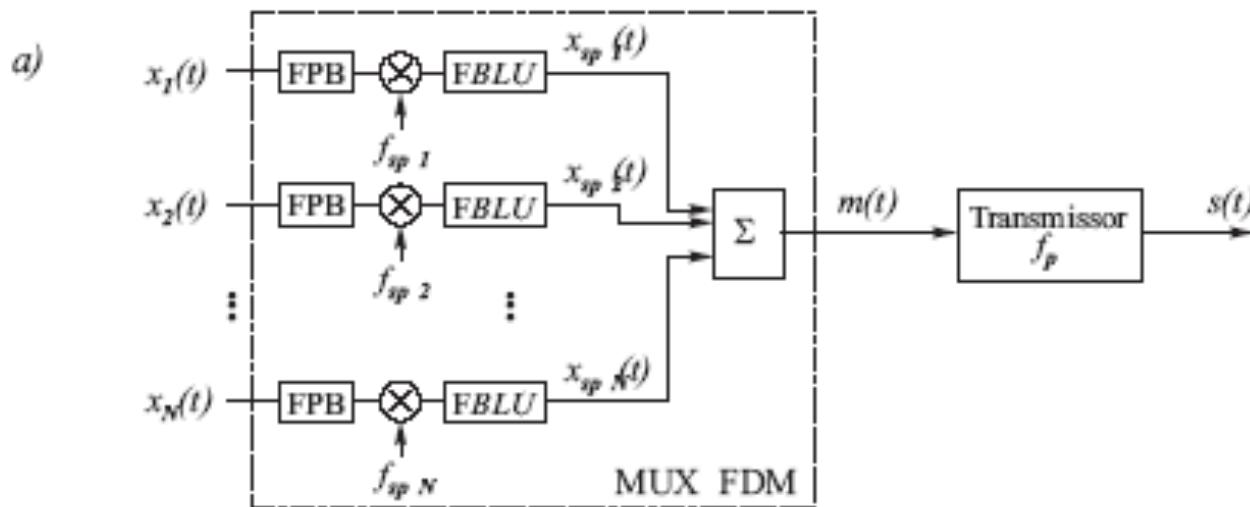


Largura de banda total  
 $B=2W$

BLS - banda lateral superior

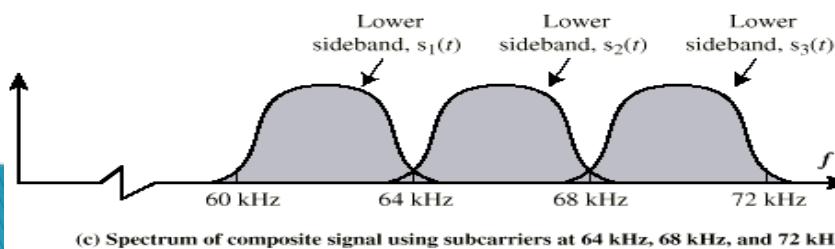
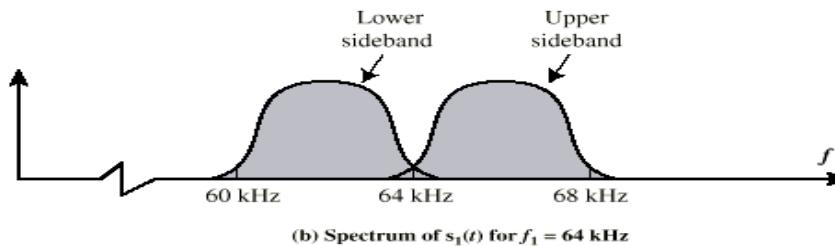
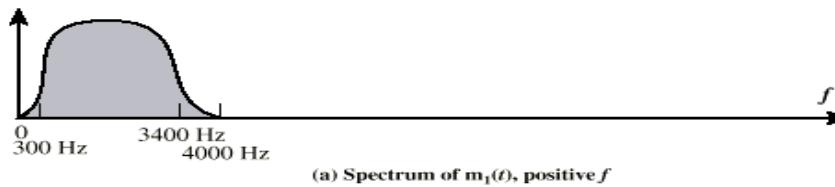
BLI - banda lateral inferior

# FDM: Multiplexer - MUX



# FDM:

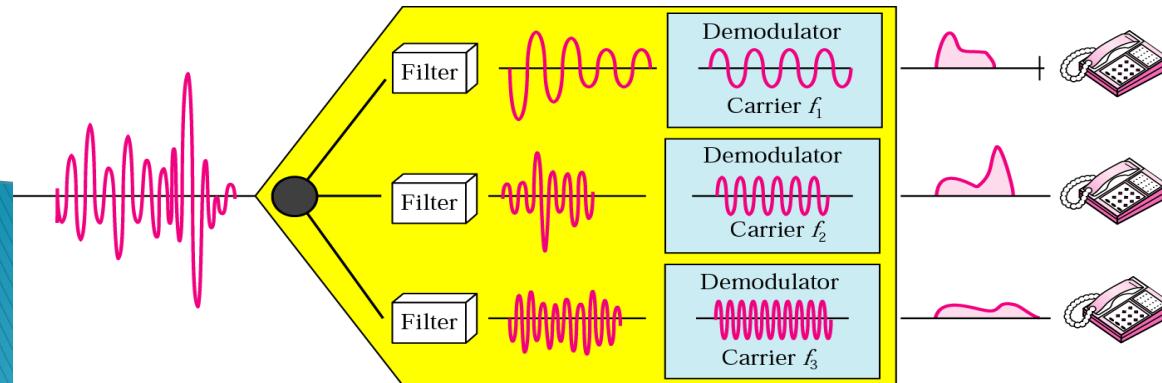
## FDM de 3 canais de voz



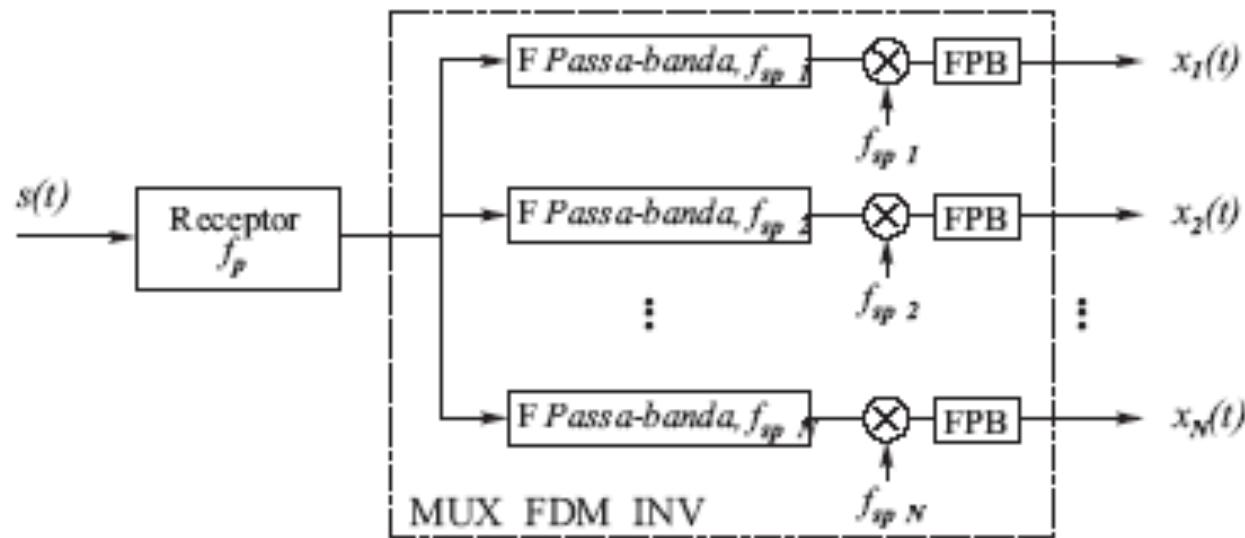
# FDM: Processo de Desmultiplexagem

O desmultiplexador usa uma série de filtros para decompor o sinal multilexado nos seus sinais constituintes

Os sinais individuais são então desmodulados e passados aos receptores



# FDM: DeMultiplexer - DEMUX



**FDM:**

## **Exemplo 1: MUX - DEMUX**

Considere que um canal de voz ocupa uma largura de banda de 4 KHz. Precisamos de combinar três canais de voz num canal composto com início na frequência 20 KHz. Mostre a configuração no domínio da frequência sem usar bandas de guarda.

# 1.3 Tipo de Comunicação

## ■ Modulações TDMA

### Sistema TDM com 3 canais PCM

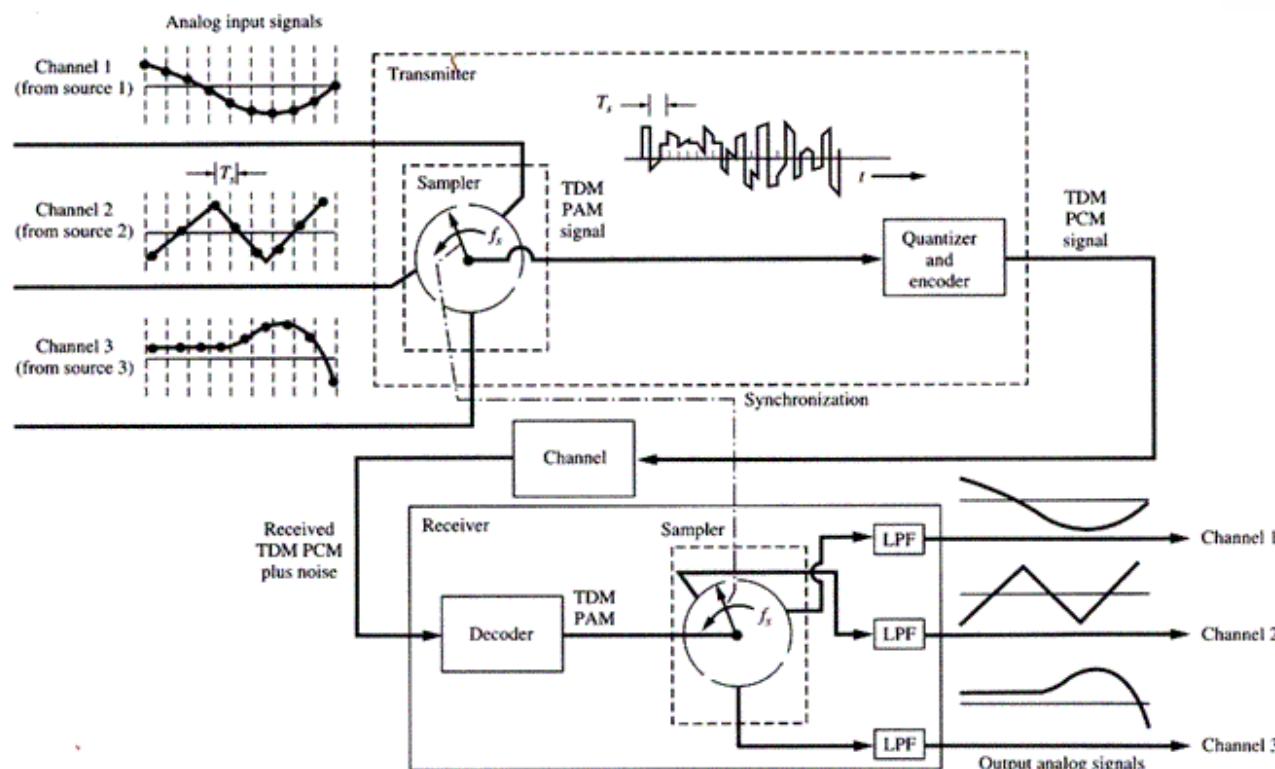
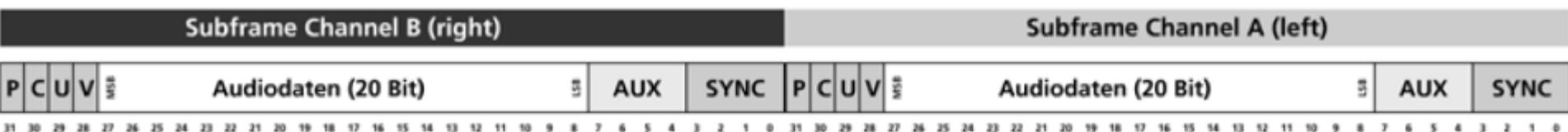


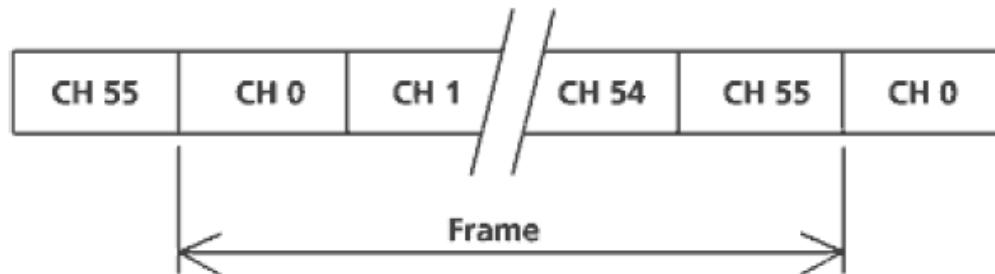
Figure 3-35 Three-channel TDM PCM system.

# TDM - comunicação digital

- ▶ Exemplo: Formato de trama do protocolo AES-EBU, para áudio

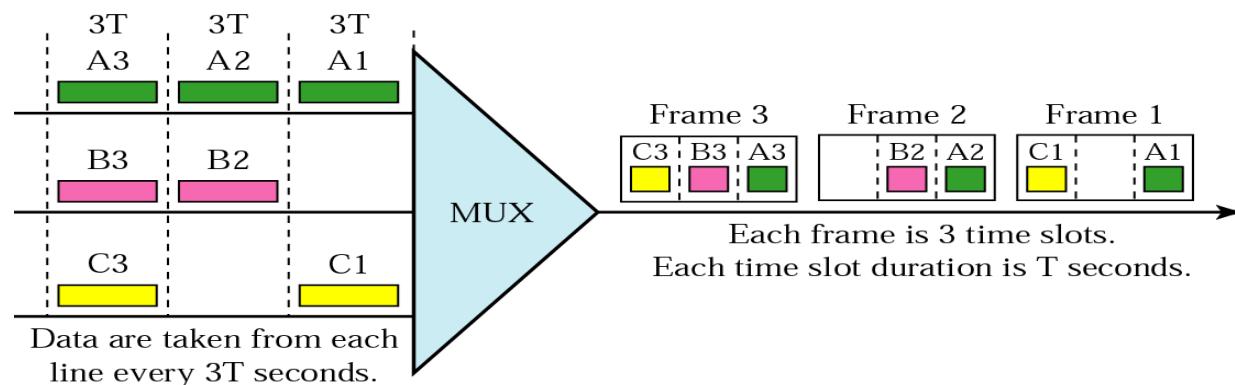


- ▶ Exemplo: Formato de trama do protocolo MADI – Multi Channel Audio Interface



# TDM - comunicação digital

- ▶ TDM Puro: débito mux-para-mux = débitos dos PCs agregados
- ▶ Sem perdas de dados (similar à multiplexagem de chamadas telefônicas)



# TDM Exemplo 1

4 ligações 1-kbps são multiplexadas. A unidade é 1 bit.

Determine:

- A duração de 1 bit antes da multiplexagem.
- O débito da ligação.
- A duração dum slot.
- A duração de uma trama.

*Solução*



# TDM Exemplo 1

4 ligações 1-kbps são multiplexadas. A unidade é 1 bit.

Determine:

- A duração de 1 bit antes da multiplexagem.
- O débito da ligação.
- A duração dum slot de tempo (slot).
- A duração de uma trama.

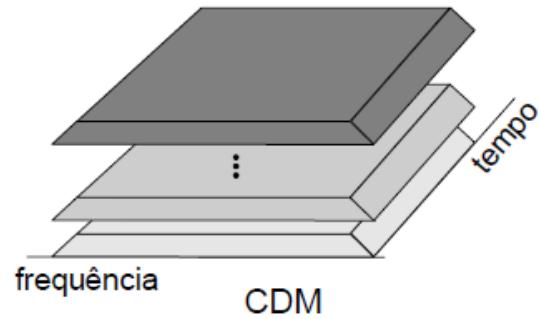
*Solução*

- 1/1 Kbps, ou 0.001 s (1 ms).
- 4 Kbps.
- 1/4 ms ou 250  $\mu$ s.
- 1 ms.



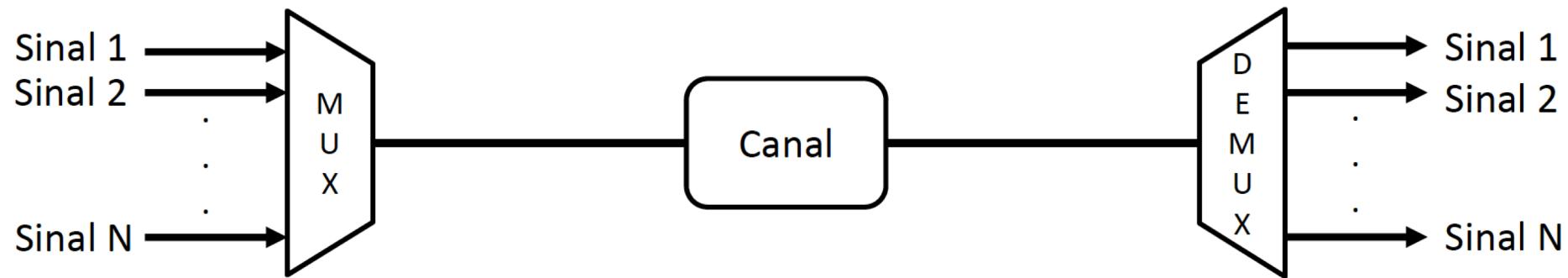
# CDM: Code Division Multiplexing

- Todos os utilizadores usam o mesmo intervalo de tempo e a mesma gama de frequências para transmitir, a separação é feita através de códigos ortogonais atribuídos a cada transmissão
- Apenas o utilizador conhecedor desse código reconhece a informação que se lhe destina

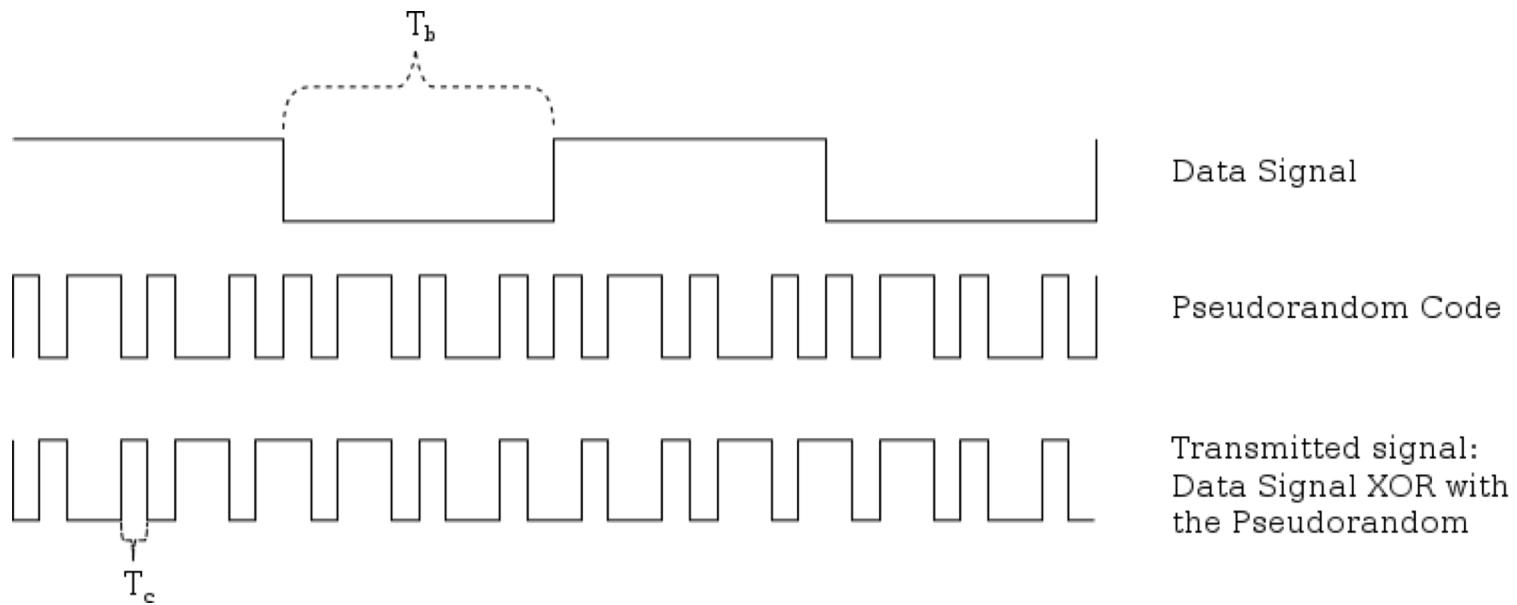


*Um utilizador, todo o tempo, todas as frequências... um código*

- *Code Division Multiplex (CDM)*
  - Multiplexagem por divisão no código
  - São atribuídos códigos **ortogonais** a cada sinal/subcanal
    - Exemplo: Gold codes.
  - Interferência entre subcanais é limitada pela ortogonalidade
  - Difícil de garantir sincronismo conseguindo-se apenas ortogonalidade parcial.



# CDMA: Code Division Multiplexing



# 1.3 Tipo de Comunicação

## ■ Síncrona

- o emissor e o receptor devem estar num estado de sincronia antes da comunicação iniciar e permanecer em sincronia durante a transmissão

## ■ Assíncrona

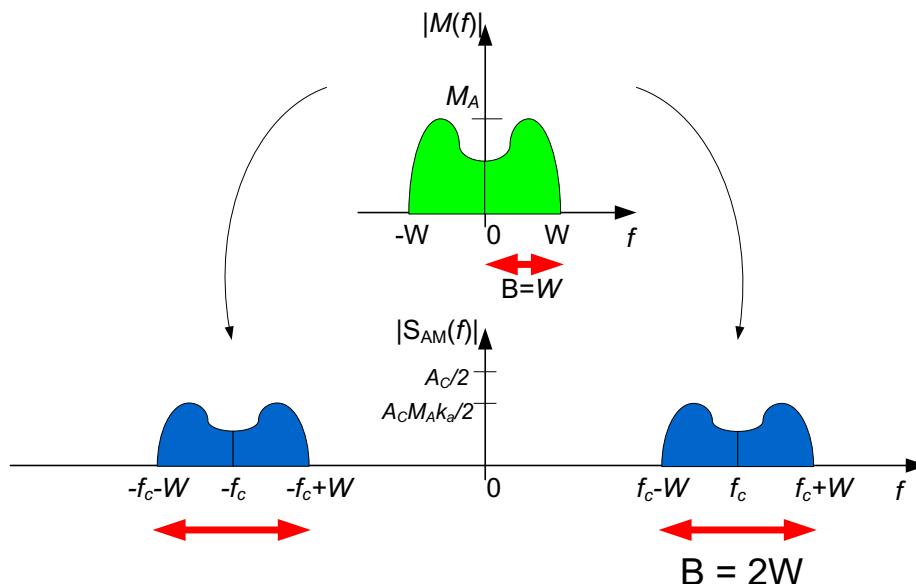
- cada bloco de dados inclui informação de controlo, para que se saiba exactamente onde começa e acaba cada bloco e qual a sua posição na sequência de informação transmitida.

# 1.4 Recursos

## ■ Potência de Transmissão

$$P_x = \frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt$$

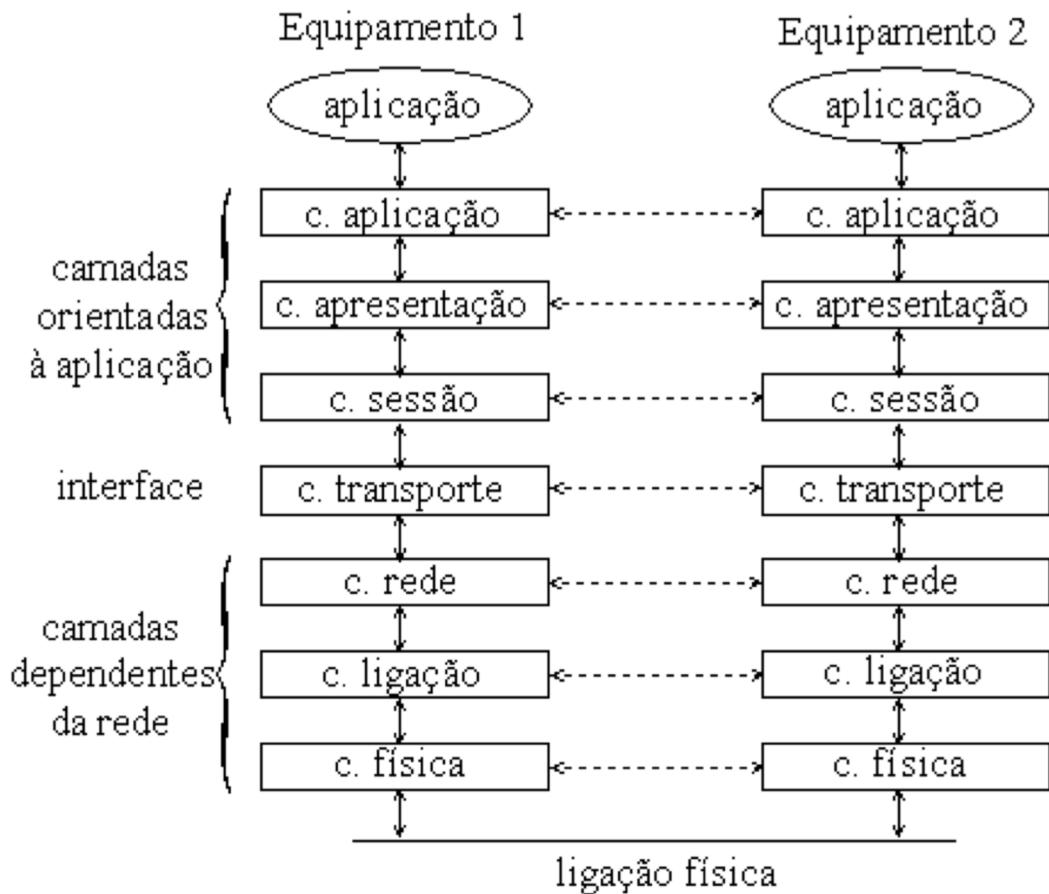
## ■ Largura de Banda, B (ou LB)



Largura de banda total  
 $B=2W$

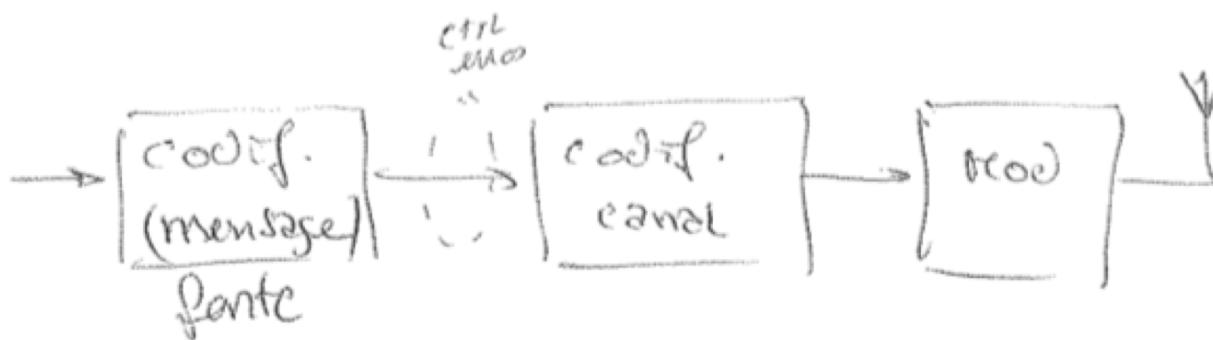
# 2. OSI

## ■ Open Systems Interconnection (OSI)

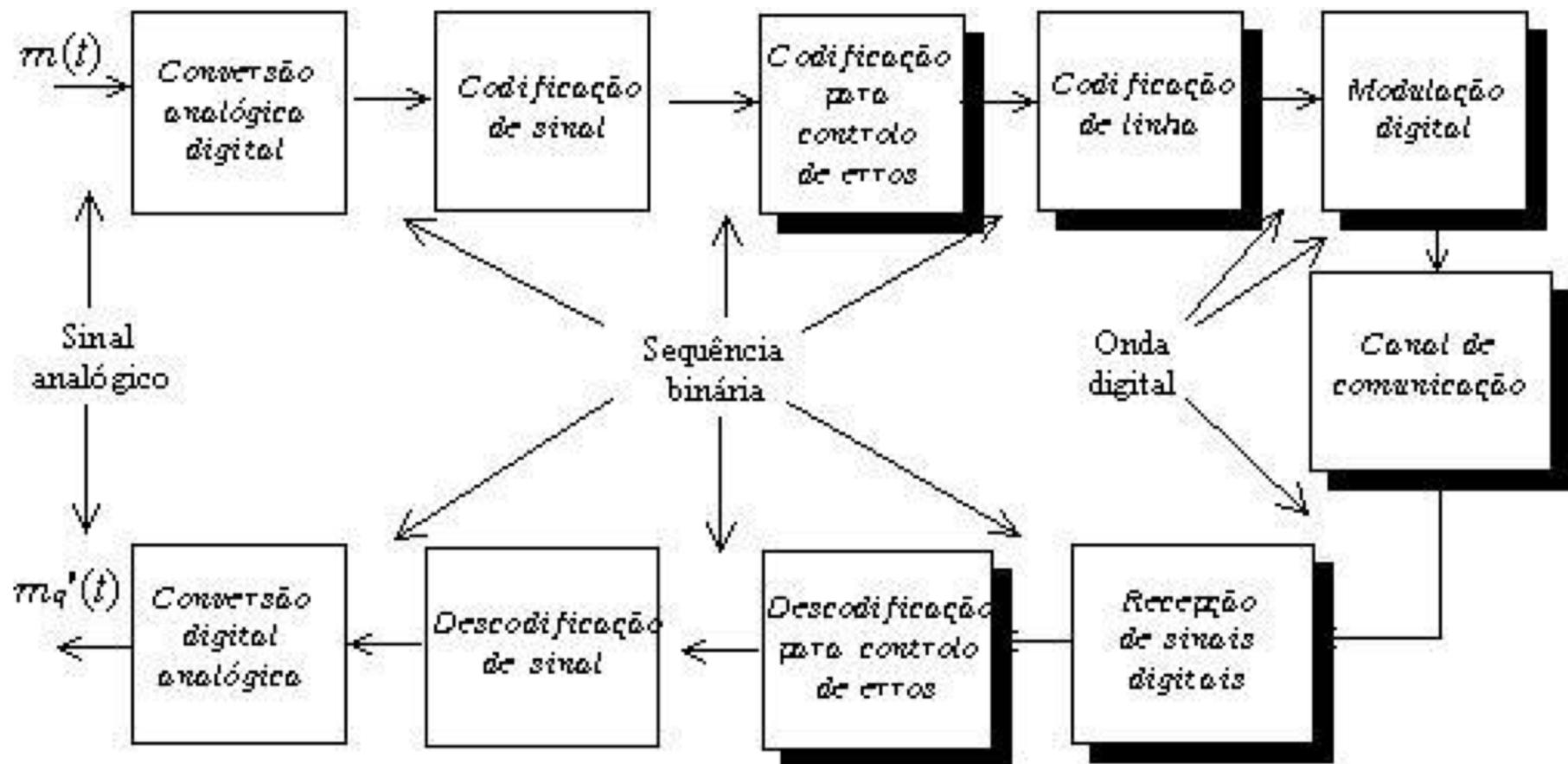


OSI LAYERS	EXAMPLE PROTOCOLS
APPLICATION LAYER	HTTP, FTP, IRC, SSH, DNS
PRESENTATION LAYER	SSL, FTP, IMAP, SSH
SESSION LAYER	VARIOUS API'S, SOCKETS
TRANSPORT LAYER	TCP, UDP, ECN, SCTP, DCCP
NETWORK LAYER	IP, IPsec, ICMP, IGMP
DATA-LINK LAYER	Ethernet, SLIP, PPP, FDDI
PHYSICAL LAYER	Coax, Fiber, Wireless

# 3. Comunicação Digital



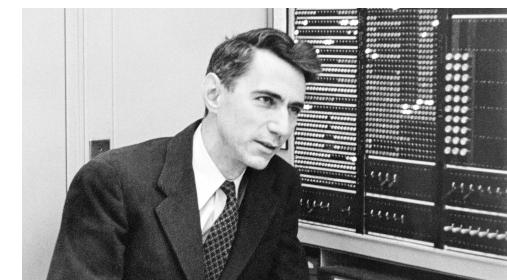
# 3. Comunicação Digital



# 3.1 Medidas Fundamentais

- Bit Error Rate (BER)
  - Razão entre bits errados e transmitidos
- Capacidade do Canal (Teorema de Shannon)

$$C = B \log_2 (1 + SNR)$$



# 3.1 Medidas Fundamentais

- SNR (Signal to Noise Ratio)
- R<sub>b</sub> (Ritmo Binário de Transmissão)
- Largura de Banda



# 3.1 Medidas Fundamentais

## ■ Eficiência

$$\eta = \frac{R}{C} \rightarrow \begin{array}{l} \text{dígito binário} \\ \rightarrow \text{limite} \end{array}$$

